

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/003413

International filing date: 23 February 2005 (23.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: US
Number: 60/548,909
Filing date: 02 March 2004 (02.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 14 April 2005 (14.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

22. 3. 2005

PA 1273961

THE UNITED STATES OF AMERICA

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE

United States Patent and Trademark Office

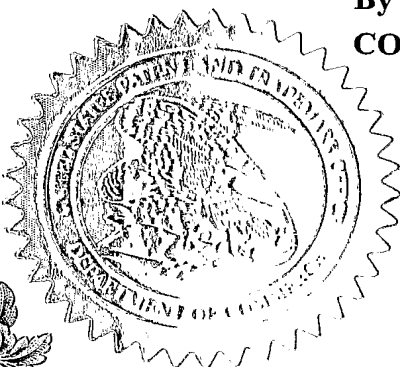
January 19, 2005

THIS IS TO CERTIFY THAT ANNEXED HERETO IS A TRUE COPY FROM THE RECORDS OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE OF THOSE PAPERS OF THE BELOW IDENTIFIED PATENT APPLICATION THAT MET THE REQUIREMENTS TO BE GRANTED A FILING DATE UNDER 35 USC 111.

APPLICATION NUMBER: 60/548,909

FILING DATE: March 02, 2004

By Authority of the
COMMISSIONER OF PATENTS AND TRADEMARKS



P. SWAIN
Certifying Officer

PROVISIONAL APPLICATION COVER SHEET

This is a request for filing a PROVISIONAL APPLICATION under 37 CFR 1.53(c).

Docket Number 249937US90PROV

INVENTOR(s)/APPLICANT(s)

LAST NAME	FIRST NAME	MIDDLE INITIAL	RESIDENCE (CITY AND EITHER STATE OR FOREIGN COUNTRY)
YAMAUCHI	Shinobu		Oyama, Japan
WAKABAYASHI	Nobuhiro		Oyama, Japan

☐ Additional inventors are named on separately numbered sheets attached hereto.

TITLE OF THE INVENTION (280 CHARACTERS MAX)

LIQUID-COOLED COOLING PLATE

CORRESPONDENCE ADDRESS

Customer Number

22850

Phone: (703) 413-3000

Fax: (703) 413-2220

ENCLOSED APPLICATION PARTS

☒ Specification Number of Pages: 21

☐ CD(s), Number

☒ Drawing(s) Number of Sheets: 7

☒ Other (specify): Application Data Sheet

METHOD OF PAYMENT

☐ Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27.

☐ A check or money order is enclosed to cover the Provisional Filing Fees

☒ Credit card payment form is attached to cover the Provisional Filing Fees in the amount of \$160.00

☐ The Director is hereby authorized to charge filing fees and credit any overpayment to Deposit Account Number 15-0030

PROVISIONAL \$160.00
FILING FEE
AMOUNT

The invention was made by an agency of the United States Government or under a contract with an agency of the United States Government.

☒ No.

☐ Yes, the name of the U.S. Government agency and the Government contract number are:

Respectfully Submitted,

3-2-04
DATE

Masayasu Mori

Registration Number: 47,301

James D. Hamilton
Registration No. 28,421

PROVISIONAL APPLICATION FILING ONLY

【書類名】明細書

【発明の名称】液冷式冷却板

【技術分野】

【0001】

この発明は、液冷式冷却板、その製造方法及び前記冷却板を搭載した電気車両に関する。

【0002】

なお、本特許請求の範囲及び本明細書では、「電気車両」の語は、ハイブリッド車両を含む意味において用いられている。また、車両として、自動車、自動二輪車、鉄道車両等が挙げられる。

【背景技術】

【0003】

半導体デバイス、マルチチップモジュール、プリント基板等の電子部品は、使用時に発熱するため、従来、空冷式冷却板に取り付けられて冷却されていた。しかし、近年、電子部品の性能が向上するのに伴い、電子部品からの発熱量が増加し、空冷式冷却板では電子部品の冷却に必要な冷却能力を得ることができなくなっている。そこで、空冷式冷却板の代わりに液（水）冷式の冷却板が用いられてきている。

【0004】

液冷式冷却板として、例えば、特開2002-170915号公報には、インナーフィンがケーシングに内装されたものが開示されており（特許文献1参照。）、また特開平10-98144号公報には、冷却液が流通するチューブが2個の外板で挟着された状態で両外板がボルトナットによって相互に締結されたものが開示されている（特許文献2参照。）。

【0005】

両者の液冷式冷却板において、前者の冷却板では、ケーシングの開口部を閉塞した蓋板の表面が冷却面とされており、この冷却面に電子部品が取り付けられて該被冷却体が冷却される。また、後者の冷却板では、各外板の表面が冷却面とされており、この冷却面に電子部品が取り付けられて該電子部品が冷却される。

【特許文献1】特開2002-170915号公報（請求項1、第1-4図）

【特許文献2】特開平10-98144号公報（請求項1、第1-2図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

而して、前者の冷却板では、ケーシングの内部に冷却液通路を形成するためインナーフィンが用いられているが、このインナーフィンで形成可能な冷却液通路の寸法は、一般に、高さ約1mm以上及び幅約1mm以上である。この寸法よりも小さな冷却液通路をインナーフィンで形成するためには、インナーフィンのピッチを非常に小さく設定しなければならないため、インナーフィンの製造が困難になる。

【0007】

後者の冷却板では、両外板をボルト・ナットで締結する際に各外板が締結力により屈曲することがあり、外板の冷却面の平坦度が低下する虞があった。もし仮に冷却面の平坦度が低下した場合には、この冷却面に電子部品を取り付けた状態において、冷却面と電子部品との間に隙間が生じてしまい、その結果、冷却効率が低下するという問題が発生する。さらに、ボルト・ナットによる締結時にチューブが変形することがあり、その結果、チューブの冷却液通路が不本意に狭められたり更には閉塞されるという難点があった。

【0008】

本発明は、上述した技術背景に鑑みてなされたもので、その目的は、電子部品等の被冷却体に取り付けられる冷却面の平坦度が高く、且つ高い強度を有し、更には容易に製造することができる液冷式冷却板、その製造方法及び前記冷却板を搭載した電気車両を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は以下の手段を提供する。

【0010】

【1】 冷却液が流通する少なくとも一個の扁平状の多孔チューブと、表面に、互いに離間した二個のヘッダ部形成用凹部と該両ヘッダ部形成用凹部間に形成され且つ前記チューブを収容するチューブ収容用凹部とが設けられた基板と、前記基板の表面に重合される蓋板と、を備え、前記蓋板の表面又は／及び前記基板の裏面には、被冷却体に取り付けら

れるものであり、前記チューブ收容用凹部内に前記チューブが前記両ヘッダ部形成用凹部を連通する態様にして收容され、前記基板の表面に前記蓋板が重合された状態で、前記チューブが前記基板と前記蓋板との間に挟まれるとともに、前記両ヘッダ部形成用凹部の開口部が前記蓋板で閉塞されて二個のヘッダ部が形成され、前記基板と前記チューブと前記蓋板とが、前記ヘッダ部内に收容される冷却液の漏出を阻止する状態に接合一体化されていることを特徴とする液冷式冷却板。

【0011】

〔2〕 前記基板と前記チューブと前記蓋板とがろう付によって接合一体化されている前項1記載の液冷式冷却板。

【0012】

〔3〕 前記チューブは、押出チューブである前項1又は2記載の液冷式冷却板。

【0013】

〔4〕 前記チューブは、圧延チューブである前項1又は2記載の液冷式冷却板。

【0014】

〔5〕 前記チューブの冷却液通路の平均相当直径は、0.05～1.7mmの範囲に設定されている前項1～4のいずれか1項記載の液冷式冷却板。

【0015】

〔6〕 冷却液流入管と連結される第1連結口部材が前記二個のヘッダ部のうち一方のヘッダ部に連通接続されるとともに、冷却液流出管と連結される第2連結口部材が他方のヘッダ部に連通接続されている前項1～5のいずれか1項記載の液冷式冷却板。

【0016】

〔7〕 前記被冷却体は、電気車両用電子部品である前項1～6のいずれか1項記載の液冷式冷却板。

【0017】

〔8〕 前記被冷却体は、コンピュータ用電子部品である前項1～6のいずれか1項記載の液冷式冷却板。

【0018】

〔9〕 冷却液が流通する少なくとも一個の扁平状の多孔チューブと、表面に、互いに離間した二個のヘッダ部形成用凹部と該両ヘッダ部形成用凹部間に形成され且つ前記チュ

ープを収容するチューブ収容用凹部とが設けられた基板と、前記基板の表面に重合される蓋板と、を準備する工程と、前記チューブ収容用凹部内に前記チューブを前記両ヘッダ部形成用凹部を連通する態様にして収容する、チューブの収容工程と、前記チューブの収容工程の後で、前記基板の表面に前記蓋板を重合することにより、前記チューブを前記基板と前記蓋板との間に挟むとともに、前記両ヘッダ部形成用凹部の開口部を前記蓋板で閉塞して二個のヘッダ部を形成する、蓋板の重合工程と、前記蓋板の重合工程の後で、前記基板と前記チューブと前記蓋板とを、前記ヘッダ部内に収容される冷却液の漏出を阻止する状態に接合一体化する、接合工程と、を含んでいることを特徴とする液冷式冷却板の製造方法。

【0019】

【10】 前記接合工程において、前記基板と前記チューブと前記蓋板とを、炉内ろう付によって一括して接合一体化する前項9記載の液冷式冷却板の製造方法。

【0020】

【11】 更に、冷却液流入管と連結される第1連結口部材を前記両タンク部形成用凹部のうち一方の凹部に連通接続するとともに、冷却液流出管と連結される第2連結口部材を他方の凹部に連通接続する、連結口部材の接続工程を含み、前記接合工程において、前記基板と前記チューブと前記蓋板と前記両連結口部材とを、炉内ろう付けによって一括して接合一体化する前項9記載の記載の液冷式冷却板の製造方法。

【0021】

【12】 前記チューブは、押出チューブである前項9～11のいずれか1項記載の液冷式冷却板の製造方法。

【0022】

【13】 前記チューブは、圧延チューブである前項9～11のいずれか1項記載の液冷式冷却板の製造方法。

【0023】

【14】 前記チューブの冷却液通路の平均相当直径は、0.05～1.7mmの範囲に設定されている前項9～13のいずれか1項記載の液冷式冷却板の製造方法。

【0024】

【15】 前項1～7のいずれか1項記載の液冷式冷却板を搭載し、

前記冷却板の蓋板の表面又は／及び基板の裏面に、被冷却体として電子部品が取り付けられていることを特徴とする電気車両。

【0025】

【16】 ラジエータを搭載し、前記ラジエータにより冷却された冷却液が前記冷却板に流入するとともに、前記冷却板から流出した冷却液が前記ラジエータにより冷却されるものとなされている前項15記載の電気車両。

【0026】

次に、上記各項の発明を以下に説明する。

【0027】

【1】の発明では、冷却液が流通する部材として多孔チューブが用いられているので、小さな冷却液通路を有する冷却板を容易に製作することができる。そのため、高い冷却能力を発揮し得る冷却板を提供することができる。

【0028】

また、この冷却板では、被冷却体は、蓋板の表面又は／及び基板の裏面に取り付けられて冷却される。すなわち、蓋板の表面又は／及び基板の裏面がこの冷却板の冷却面として作用する。

【0029】

また、基板とチューブと蓋板とを接合する際に、チューブは基板の所定凹部内に收容されているので、接合に伴う冷却面（即ち蓋板の表面又は／及び基板の裏面）の平坦度の低下を防止することができる。そのため、冷却面の平坦度を高く保持することができる。したがって、被冷却体を冷却面に密着して取り付けることができ、被冷却体を効率良く冷却することができる。

【0030】

さらに、チューブが基板の凹部内に收容されているため、基板とチューブと蓋板とを接合する際にチューブが変形する虞はない。そのため、チューブの冷却液通路を所定形状及び大きさに保持することができる。

【0031】

さらに、チューブが基板の凹部内に收容されるとともに、更に基板の表面に蓋板が重合された状態で基板とチューブと蓋板とが接合一体化されているので、この冷却板は高い機

械的強度を有している。

【0032】

なお本発明では、冷却板により冷却される被冷却体の種類は限定されるものではない。被冷却体として、半導体デバイス、マルチチップモジュール、プリント基板、IGBTモジュール、インバータ、コンバータ、半導体制御素子、ダイオード、コンデンサ、コイル、発光部品（例：ランプ）、スピーカ、CRT、ハードディスクドライブ、DVDドライブ、プリンタ部品（例：サーマルヘッド）等が挙げられる。

【0033】

また本発明では、基板、蓋板及びチューブの材質は限定されるものではない。材質として、アルミニウム又はアルミニウム合金、銅又は銅合金、鉄、鋼、ステンレス鋼、樹脂、セラミック等が挙げられるが、特に、材質はアルミニウム又はアルミニウム合金、銅又は銅合金であることが、高い熱伝導性を有し冷却能力の向上を図り得るようになる点で、望ましい。

【0034】

また本発明では、基板とチューブと蓋板との接合手段として、後述するようにろう付が挙げられるが、その他に、摩擦撹拌接合、はんだ接合、熱拡散接合、接着剤等が挙げられる。

【0035】

〔2〕の発明では、基板とチューブと蓋板とがろう付によって接合一体化されているので、熱伝導性が良好であり、そのため、冷却能力を向上させることができる。

【0036】

〔3〕の発明では、チューブが押出チューブであることにより、より小さな冷却液通路を有する冷却板を容易に製作することができる。

【0037】

なお、押出チューブとは、押出により形成されたチューブである。

【0038】

〔4〕の発明では、チューブが圧延チューブであることにより、より小さな冷却液通路を有する冷却板を容易に製作することができる。

【0039】

なお、圧延チューブとは、圧延により形成されたチューブである。具体的に示すと、圧延チューブとして、例えば、特許第2915660号公報（特開平5-164484号公報）等が開示されているように、周面に複数の環状成形凹部を有するローラによって板状素材を圧延してこれを薄肉化し、この薄肉化によりロールの成形凹部内へ突出された複数の突条部を冷却液通路の仕切り用リブ部とし、次いで、該素材をロールフォーミング機により筒状に形成したチューブが挙げられる。

【0040】

【5】の発明では、チューブの冷却液通路の平均相当直径が0.05～1.7mmの範囲に設定されることにより、冷却板の冷却能力を向上させることができる。

【0041】

ここで、相当直径（equivalent diameter）とは、冷却液通路の断面積の4倍を濡れ周長（ぬれぶち長さ）によって除した値である。すなわち、相当直径を d_e 、冷却液通路の断面積を A 、濡れ周長さを p とすると、 $d_e = 4A/p$ である。

【0042】

【6】の発明では、冷却板は、冷却液流入管と連結される第1連結口部材と、冷却液流出管と連結される第2連結口部材とを備えているので、冷却液流入管及び冷却液流出管の冷却板との連結作業を容易に行うことができる。

【0043】

【7】の発明では、電気車両用電子部品を確実に冷却可能な冷却板を提供することができる。

【0044】

なお、電気車両用電子部品として、IGBTモジュール、インバータ、コンバータ、半導体制御素子、ダイオード、コンデンサ、コイル、発光部品等が挙げられる。

【0045】

【8】の発明では、コンピュータ用電子部品を確実に冷却可能な冷却板を提供することができる。

【0046】

なお、コンピュータ用電子部品として、CPU、MPU、ハードディスクドライブ、DVDドライブ等が挙げられる。

【0047】

〔9〕の発明では、冷却板の製造方法は、チューブ、基板及び蓋板の準備工程と、チューブの收容工程と、蓋板の重合工程と、接合工程とを含んでいるので、本発明に係る冷却板を確実に容易に製作することができる。

【0048】

〔10〕の発明では、接合工程において、基板とチューブと蓋板とを、炉内ろう付によって一括して接合一体化するので、冷却板を更に容易に製作することができる。

【0049】

〔11〕の発明では、冷却板の製造方法は、両連結口部材の接続工程を含んでおり、接合工程において、基板と蓋板とチューブと両連結口部材とを炉内ろう付によって一括して接合一体化するので、冷却板を更に容易に製作することができる。

【0050】

〔12〕の発明では、チューブが押出チューブであることにより、より小さな冷却液通路を有する冷却板を容易に製作することができる。

【0051】

〔13〕の発明では、チューブが圧延チューブであることにより、より小さな冷却液通路を有する冷却板を容易に製作することができる。

【0052】

〔14〕の発明では、チューブの冷却液通路の平均相当直径が0.05～1.7mmの範囲に設定されることにより、冷却板の冷却能力を向上させることができる。

【0053】

〔15〕の発明では、本発明に係る冷却板を搭載し、冷却板の蓋板の表面又は／及び基板の裏面に、被冷却体として電子部品が取り付けられているので、電気車両用電子部品を確実に冷却することができる。

【0054】

〔16〕の発明では、電気車両に搭載されたラジエータにより冷却された冷却液が冷却板に流入するとともに、冷却板から流出した冷却液がラジエータにより冷却されるものとなされているので、冷却液が冷却板をラジエータとを循環するようになる。そのため、電子部品を更に確実に冷却することができる。

【発明の効果】

【0055】

本発明は次の効果を奏する。

【0056】

【1】の発明によれば、小さな冷却液通路を有する液冷式冷却板を容易に製作することができる。そのため、高い冷却能力を発揮し得る液冷式冷却板を提供することができる。

【0057】

さらに、冷却板の冷却面（即ち蓋板の表面又は／及び基板の裏面）の平坦度を高く保持することができる。したがって、被冷却体を効率良く冷却することができる。

【0058】

さらに、チューブが基板の凹部内に收容されているので、基板と蓋板とを接合一体化する際にチューブが変形する虞はない、そのため、チューブの冷却液通路を保持することができる。

【0059】

さらに、チューブが基板の凹部内に收容されるとともに、更に基板の表面に蓋板が重合された状態で基板とチューブと蓋板とが接合一体化されているので、この冷却板は高い機械的強度を有している。

【0060】

【2】の発明によれば、冷却板の冷却能力を向上させることができる。

【0061】

【3】の発明によれば、より小さな冷却液通路を有する冷却板を容易に製作することができる。

【0062】

【4】の発明によれば、より小さな冷却液通路を有する冷却板を容易に製作することができる。

【0063】

【5】の発明によれば、冷却板の冷却能力を向上させることができる。

【0064】

【6】の発明によれば、冷却液流入管及び冷却液流出管の冷却板との連結作業を容易に

行うことができる。

【0065】

【7】の発明によれば、電気車両用電子部品を確実に冷却可能な冷却板を提供することができる。

【0066】

【8】の発明によれば、コンピュータ用電子部品を確実に冷却可能な冷却板を提供することができる。

【0067】

【9】の発明によれば、本発明に係る液冷式冷却板を確実に容易に製作することができる。

【0068】

【10】の発明によれば、冷却板を更に容易に製作することができる。

【0069】

【11】の発明によれば、冷却板を更に容易に製作することができる。

【0070】

【12】の発明によれば、より小さな冷却液通路を有する冷却板を容易に製作することができる。

【0071】

【13】の発明によれば、より小さな冷却液通路を有する冷却板を容易に製作することができる。

【0072】

【14】の発明によれば、冷却板の冷却能力を向上させることができる。

【0073】

【15】の発明によれば、電気車両用電子部品を確実に冷却することができる。

【0074】

【16】の発明によれば、電子部品を更に確実に冷却することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0075】

次に、本発明の幾つかの好ましい実施形態を以下に説明する。

【0076】

図1において、(1)は、本発明の一実施形態に係る液冷式冷却板である。この冷却板(1)はコールドプレートと呼ばれるものである。この冷却板(1)では、冷却液として純水や不凍液等が用いられる。

【0077】

この冷却板(1)は、図9に示すように、電気車両としての電気自動車(ハイブリッド自動車を含む。以下同じ。)(40)に搭載されるものである。

【0078】

図1において、(2)は、この冷却板(1)により冷却される被冷却体である。本実施形態では、この被冷却体(2)は電気自動車(40)用電子部品である。この電気自動車用電子部品として、IGBTモジュール、インバータ、コンバータ、半導体制御素子、ダイオード、コンデンサ、コイル、発光部品等が挙げられる。このような電子部品は、その動作について長期に亘って高い信頼性が要求される。そのため、電子部品を確実に冷却する必要がある。なお、IGBTモジュールは電力変換のスイッチング素子であり、またインバータはバッテリーの直流をモータ駆動用の交流に変換するためのものである。

【0079】

この冷却板(1)は、図7に示すように、基板(10)と、蓋板(30)と、冷却液が流入する複数個(同図では7個)の扁平状の多孔チューブ(20)と、第1連結口部材(18a)と、第2連結口部材(18b)とを備えている。

【0080】

基板(10)、蓋板(30)、チューブ(20)及び両連結口部材(18a)(18b)は、いずれも、金属製であり、詳述するとアルミニウム又はアルミニウム合金製である。

【0081】

基板(10)の表面及び側面には、ろう材が被覆されている。また同じく、蓋板(30)の少なくとも裏面、チューブ(20)の外周面及び両連結口部材(18a)(18b)の外周面には、それぞれろう材が被覆されている。なお本発明では、ろう材は所定の部位にクラッドされていても良いし、また蓋板(30)はブレージングシートからなるものであっても良い。

【0082】

図7に示すように、基板(10)の表面は、四角形状(詳述すると方形状)に形成されて

いる。さらに、この基板（10）の表面の中央部における左右両側部には、互いに平行に離間した二個のベッダ部形成用凹部（11a）（11b）が設けられており、更に、基板（10）の表面における該両ベッダ部形成用凹部（11a）（11b）間には、チューブ（20）を収容するチューブ収容用凹部（12）が設けられている。

【0083】

各ベッダ部形成用凹部（11a）（11b）の横断面形状は、略四角形（詳述すると方形）である。チューブ収容用凹部（12）の深さは、チューブ（20）の厚さと略同寸に設定されている。また、各ベッダ部形成用凹部（11a）（11b）の深さは、チューブ収容用凹部（12）の深さよりも深く設定されている。

【0084】

ここで、説明の便宜上、前記二個のベッダ部形成用凹部（11a）（11b）のうち、一方を「第1ベッダ部形成用凹部（11a）」といい、他方を「第2ベッダ部形成用凹部（11b）」という。

【0085】

蓋板（30）の裏面の形状及び大きさは、基板（10）の表面の形状及び大きさと同じに設定されている。したがって、蓋板（30）は、基板（10）の表面に重合された状態において、基板（10）の表面に設けられた両ベッダ部形成用凹部（11a）（11b）の開口部とチューブ収容用凹部（12）の開口部とを閉塞し得るものとなされている。

【0086】

蓋板（30）の表面には図1に示すように被冷却体（2）が取り付けられる。すなわち、本実施形態の冷却板（1）では、蓋板（30）の表面が冷却面（1A）として作用する。蓋板

（30）の冷却面（1A）（即ち表面）は平坦状に形成されている。また、蓋板（30）の裏面も同様に平坦状に形成されている。

【0087】

蓋板（30）の厚さは、基板（10）の厚さよりも小寸に設定されている。本発明では、蓋板（30）の厚さは、0.5～5mm（特に好ましくは1～3mm）の範囲に設定されていることが良い。

【0088】

各チューブ（20）は複数の冷却液通路（21）を有している。各冷却液通路（21）はチューブ（20）を貫通した微細な貫通孔からなる。各冷却液通路（21）の横断面形状は、図3に示すように四角形状（詳述すると矩形状）である。

【0089】

なお本発明では、各冷却液通路（21）の横断面形状は、略円形状、略楕円形状、略星形状、多角形状等であっても良い。

【0090】

このチューブ（20）において、冷却液通路（21）の平均相当直径についての望ましい範囲は後述する。

【0091】

このチューブ（20）は、押出により形成されたチューブ、即ち押出チューブであるか、あるいは圧延により形成されたチューブ、即ち圧延チューブである。このような押出チューブや圧延チューブは、熱交換器に一般的に用いられているものである。

【0092】

本実施形態では、チューブ（20）の複数の冷却液通路（21）は、相互に独立した孔からなる。ただし本発明では、チューブ（20）の複数の冷却液通路（21）は、相互に連通していても良い。

【0093】

第1連結口部材（18a）は、図9に示すように、冷却液流入管（19a）と液密状態に連結されるものである。また、第2連結口部材（18b）は、冷却液流出管（19b）と液密状態に連結されるものである。第1連結口部材（18a）と第2連結口部材（18b）は、ともに、図7に示すように短管状に形成されており、一端部に連結口を有している。

【0094】

基板（10）の側面には、第1ベッダ部形成用凹部（11a）の一端部に連通した第1連結口部材用挿通孔（13a）と、第2ヘッダ部形成用凹部（11b）の一端部に連通した第2連結口部材用挿通孔（13b）とがそれぞれ設けられている。

【0095】

次に、本実施形態の冷却板（1）の構成を、その製造方法に基づいて以下に説明する。

【0096】

図8は、本実施形態の冷却板(1)の製造工程を示すブロック図である。

【0097】

まず、上記の基板(10)、蓋板(30)、複数の扁平状の多孔チューブ(20)、第1連結口部材(18a)及び第2連結口部材(18b)をそれぞれ準備する[準備工程(50)]。

【0098】

次いで、図7に示すように、基板(10)のチューブ収容用凹部(12)内に、相互に横一列に並べられた複数のチューブ(20)を、両ヘッダ部形成用凹部(11a)(11b)を連通する態様にして収容する[チューブの収容工程(51)]。

【0099】

なお、このチューブ(20)の収容工程において、必要に応じて、基板(10)のチューブ収容用凹部(12)の底面とチューブ(20)との間にろう材を介在させても良い。

【0100】

次いで、この基板(10)の表面に蓋板(30)をチューブ(20)全体を覆うように重合させる。こうして蓋板(30)を重合することにより、チューブ(20)が基板(10)と蓋板(30)との間に挟まれるとともに、更に、基板(10)の両ヘッダ部形成用凹部(11a)(11b)の基板(10)表面側の開口部が蓋板(30)によって閉塞され、これにより、図5及び図6に示すように、基板(10)の内部に二個のヘッダ部(14a)(14b)が形成される[蓋板の重合工程(52)]。

【0101】

なお、この蓋板(30)の重合工程において、必要に応じて、基板(10)と蓋板(30)との間や、チューブ(20)と蓋板(30)との間に、ろう材を介在させても良い。

【0102】

ここで、説明の便宜上、二個のヘッダ部(14a)(14b)のうち、第1ヘッダ部形成用凹部(11a)から形成されたヘッダ部を「第1ヘッダ部(14a)」といい、第2ヘッダ部形成用凹部(11b)から形成されたヘッダ部を「第2ヘッダ部(14b)」という。

【0103】

また、蓋板(30)の重合工程の前に、または蓋板(30)の重合工程と同時に、あるいは蓋板(30)の重合工程の後で、第1連結口部材(18a)及び第2連結口部材(18b)をそれぞれ対応する挿通孔(13a)(13b)に挿通し、第1連結口部材(18a)を第1ヘッダ部形

成用凹部（11a）（第1ヘッダ部（14a））に連通接続するとともに、第2連結口部材（18b）を第2ヘッダ部形成用凹部（11b）（第2ヘッダ部（14b））に連通接続する〔連結口部材の接続工程（52）〕。

【0104】

次いで、こうして組み立てられた冷却板の組立体をろう付用の炉内に導入し、炉内ろう付によって基板（10）とチューブ（20）と蓋板（30）と第1連結口部材（18a）と第2連結口部材（18b）とを一括して相互に接合一体化する〔接合工程（53）〕。

【0105】

この接合工程では、基板（10）と蓋板（30）とは、各ヘッダ部（14a）（14b）内に収容される冷却液（C）の漏出を阻止する状態、即ち液密状態に相互に接合一体化される。さらに、第1連結口部材（18a）及び第2連結口部材（18b）はそれぞれ液密状態に対応する挿通孔（13a）（13b）に接合される。なお、図3において、（47）はろう材のフィレットである。

【0106】

以上の工程を経て、図1に示した本実施形態の冷却板（1）が得られる。

【0107】

而して、本実施形態の冷却板（1）は、図9に示すように、電気自動車（40）に搭載されるものである。この電気自動車（40）には冷却液を冷却する既設のラジエータ（41）が搭載されている。このラジエータ（41）は、電気自動車（40）のフロント部に配置されている。なお、（44）はラジエータ用ファン、（45）は車輪である。

【0108】

冷却板（1）の第1連結口部材（18a）には冷却液流入管（19a）が液密状態に連結されており、また冷却板（1）の第2連結口部材（18b）には冷却液流出管（19b）が液密状態に連結されている。冷却液流入管（19a）にはラジエータ（41）により冷却された冷却液が流通する。冷却液流出管（19b）には冷却板（1）から排出された冷却液が流通し、その後、該冷却液がラジエータ（41）へ供給される。

【0109】

冷却板（1）の冷却面（1A）（即ち蓋板（30）の表面）には、図1に示すように、被冷却体（2）（即ち電気自動車用電子部品）が、図示していないが高熱伝導性のコンパウン

ド、ペースト、シート等を介してボルト等によって機械的に固定状態に取り付けられる。

【0110】

この電気自動車(40)では、図9に示すように、ラジエータ(41)により冷却された冷却液は、リザーブタンク(レシーバタンク)(42)を介してポンプ(43)によって冷却液流入管(19a)を通過して冷却板(1)へ送られる。そして、この冷却液(C)が、図4に示すように、冷却板(1)の第1連結口部材(18a)から第1ヘッダ部(14a)内に流入する。そして、この流入した冷却液(C)が第1ヘッダ部(14a)において多数に分岐してチューブ(20)の各冷却液通路(21)を流通する。この流通時に冷却液(C)が被冷却体(2)の熱を奪って該被冷却体(2)を冷却する。そして、この冷却液(C)が第2ヘッダ部(14b)に流入し該第2ヘッダ部(14a)において合流する。その後、この合流した冷却液(C)は、第2連結口部材(18b)から流出する。この流出した冷却液(C)は、図9に示すように冷却液流出管(19b)を通過してラジエータ(41)へ供給されて、再度ラジエータ(41)により冷却される。このように、この電気自動車(40)では、冷却液(C)はラジエータ(41)と冷却板(1)とを循環する。

【0111】

而して、本実施形態の冷却板(1)においては、冷却液が流通する部材として多孔チューブ(20)が用いられているので、小さな冷却液通路(21)を有する冷却板(1)を製作することができる。そのため、高い冷却能力を発揮し得る冷却板(1)を提供することができる。

【0112】

また、基板(10)と蓋板(30)とを接合する際に、チューブ(20)は基板(10)の所定凹部(12)内に收容されているので、接合に伴う冷却面(1A)(即ち蓋板(30)の表面)の平坦度の低下を防止することができる。そのため、冷却面(1A)の平坦度を高く保持することができる。したがって、被冷却体(2)を冷却面(1A)に隙間なく取り付けることができ、もって被冷却体(2)を効率良く冷却することができる。

【0113】

さらに、チューブ(20)が基板(10)の所定凹部(12)内に收容されているため、基板

(10) と蓋板 (30) とを接合する際にチューブ (20) が変形する虞はない。そのため、チューブ (20) の冷却液通路 (21) を所定形状及び大きさに保持することができる。

【0114】

さらに、チューブ (20) が基板 (10) の所定凹部 (12) 内に收容されるとともに、更に、基板 (10) の表面に蓋板 (30) が重合された状態で基板 (10) とチューブ (20) と蓋板 (30) とが接合一体化されているので、この冷却板 (1) は高い機械的強度を有している。

【0115】

さらに、基板 (10) とチューブ (20) と蓋板 (30) とがろう付によって接合一体化されているので、熱伝導性が良好である。そのため、冷却板 (1) の冷却能力を更に向上させることができる。

【0116】

さらに、チューブ (20) が押出チューブ又は圧延チューブであるから、より小さな冷却液通路 (21) を有する冷却板 (1) を容易に製作することができる。

【0117】

さらに、冷却板 (1) は、冷却液流入管 (19a) と連結される第1連結口部材 (18a) と、冷却液流出管 (19b) と連結される第2連結口部材 (18b) とを備えているので、冷却液流入管 (19a) 及び冷却液流出管 (19b) の冷却板 (1) との連結作業を容易に行うことができる。

【0118】

さらに、本実施形態の冷却板 (1) の製造方法は、基板 (10)、チューブ (20)、蓋板 (30)、第1連結口部材 (18a) 及び第2連結口部材 (18b) をそれぞれ準備する工程 (50) と、チューブ (20) の收容工程 (51) と、蓋板 (30) の重合工程 (52) と、両連結口部材 (18a) (18b) の接続工程 (52) と、接合工程 (53) とを含んでおり、更に、接合工程 (53) において、基板 (10) とチューブ (20) と蓋板 (30) と両連結口部材 (18a) (18b) とを炉内ろう付によって一括して接合一体化するので、冷却板 (1) を極めて容易に製作することができる。

【0119】

さらに、この冷却板 (1) の冷却面 (1A) には、被冷却体 (2) として電気自動車 (40

）用電子部品が取り付けられているので、該電子部品を確実に冷却することができる。したがって、該電子部品の動作について長期に亘って高い信頼性を確保することができる。

【0120】

而して、図10は、本実施形態の冷却板（1）において、冷却板（1）に冷却液を流入させるためのポンプ（43）の動力が一定の場合における、冷却液通路（21）の相当直径と熱抵抗との関係を示す図（グラフ）である。

【0121】

なお、相当直径 d_e は、次式（i）で導出される。

【0122】

$$d_e = 4A/p \quad \cdots (i)$$

【0123】

ここで、 A はチューブ（20）の冷却液通路（21）の断面積、 p は濡れ周長さである。

【0124】

なお一般に、熱抵抗の絶対値は冷却板（1）のサイズにより変化するが、相当直径に対する熱抵抗の変化傾向は冷却板（1）のサイズに依らず、同図と同様となる。

【0125】

同図に示すように、チューブ（20）の冷却液通路（21）の相当直径が0.05～1.7 mmの範囲に設定されている場合には、熱抵抗が小さくなり、よって高い冷却能力を発揮し得るものとなる。更に、この相当直径が0.1～1.05 mmの範囲に設定されている場合には、熱抵抗が更に小さくなり、よって更に高い冷却能力を発揮し得るものとなる。更に、この相当直径が0.15～0.7 mmの範囲に設定されている場合には、熱抵抗が更に一層小さくなり、よって更に一層高い冷却能力を発揮し得るものとなる。したがって、平均相当直径は、0.05～1.7 mmの範囲に設定されていることが望ましく、更に0.1～1.05 mmの範囲に設定されていることが望ましく、特に0.15～0.7 mmの範囲に設定されていることが望ましい。

【0126】

以上で、本発明の一実施形態を説明したが、本発明は上記実施形態に示されたものに限定されるものではなく、様々に設定変更可能である。

【0127】

例えば、本発明では、冷却板（１）は、図１１に示すように、蓋板（３０）の表面と基板（１０）の裏面とに、それぞれ被冷却体（２）が取り付けられるものであっても良い。この場合には、蓋板（３０）の表面と基板（１０）の裏面がともに冷却面（１Ａ）として作用する。また本発明では、冷却板（１）は、基板（１０）の裏面にだけ被冷却体（２）が取り付けられるものであっても良い。この場合には、基板（１０）の裏面だけが冷却面（１Ａ）として作用する。

【０１２８】

また、本発明では、チューブ（２０）の個数は１個であっても良いし、複数個であっても良い。

【０１２９】

また、本発明では、ヘッダ部（１４ａ）（１４ｂ）内には複パス用の仕切り部材（図示せず）が配置されていても良い。

【０１３０】

また、本発明では、冷却板（１）は、車両としての自動二輪車や鉄道車両等に搭載されて車両用電子部品を冷却するものであっても良い。

【０１３１】

また、本発明では、冷却板（１）は、車両に搭載されるのではなくコンピュータに搭載されて被冷却体としてコンピュータ用電子部品を冷却するものであっても良い。この場合には、コンピュータ用電子部品を確実に冷却することができる。

【産業上の利用可能性】

【０１３２】

本発明に係る液冷式冷却板及びその製作方法は、電気自動車用電子部品やコンピュータ用電子部品をはじめ、様々な発熱体（被冷却体）を冷却するための液冷式冷却板及びその製作方法として利用可能である。

【０１３３】

本発明に係る電気車両は、電気車両用電子部品を確実に冷却することができる液冷式冷却板を搭載した電気車両として利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0134】

【図1】本発明の一実施形態に係る液冷式冷却板の斜視図である。

【図2】図1中のX-X線断面図である。

【図3】図2中のV部分の拡大図である。

【図4】図1中のY-Y線断面図である。

【図5】図1中のZ-Z線断面図である。

【図6】図5中のW部分の拡大図である。

【図7】同冷却板の分解斜視図である。

【図8】同冷却板の製造工程を示す図である。

【図9】同冷却板を搭載した電気自動車の概略平面図である。

【図10】同冷却板において、チューブの冷却液通路の相当直径と熱抵抗との関係を示す図（グラフ）である。

【図11】本発明のもう一つの実施形態に係る液冷式冷却板を示す、図2に対応する図である。

【符号の説明】

【0135】

1…冷却板

1A…冷却面

2…被冷却体

10…基板

11a、11b…ヘッダ部形成用凹部

12…チューブ収容用凹部

14a、14b…ヘッダ部

18a…第1連結口部材

18b…第2連結口部材

19a…冷却液流入管

19b…冷却液流出管

20…チューブ

21…冷却液通路

2004-048451

30 …蓋板

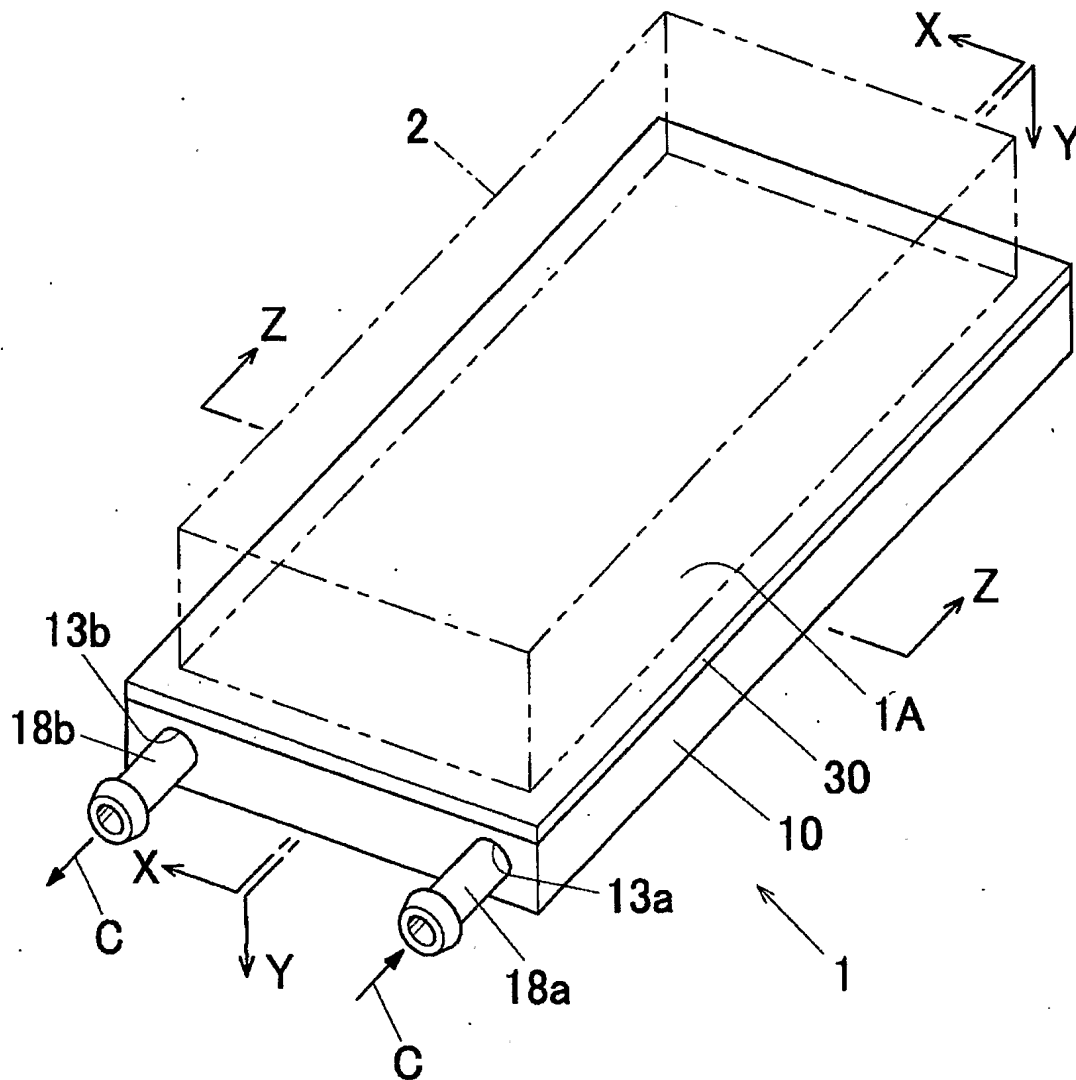
40 …電気自動車（電気車両）

C…冷却液

2004-048451

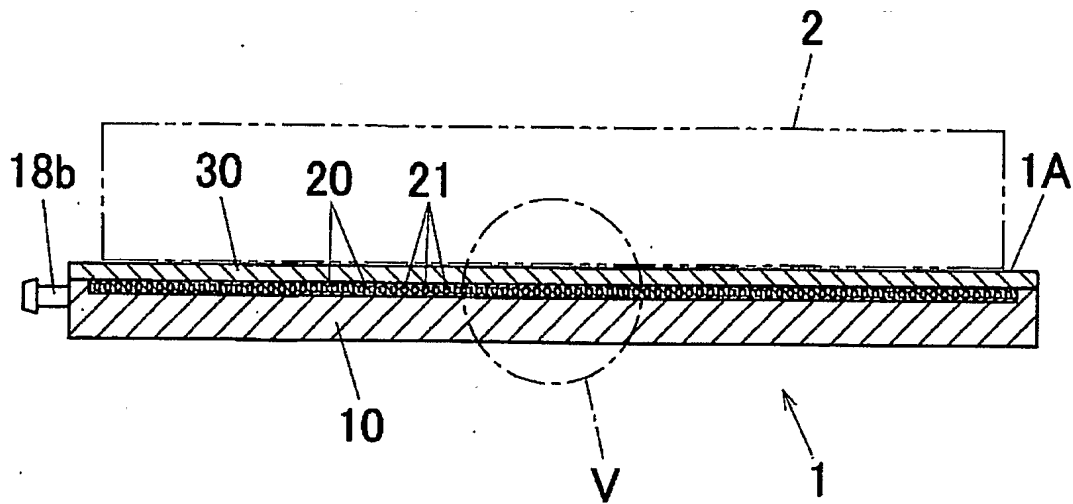
【書類名】 図面

【図 1】

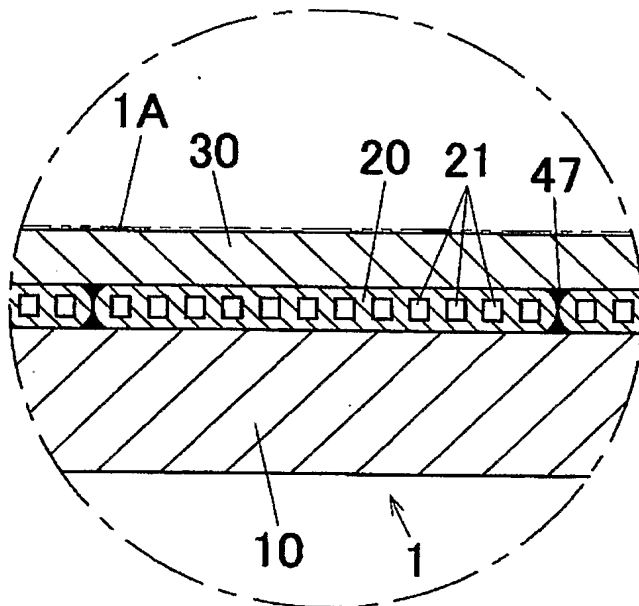


2004-048451

【図 2】

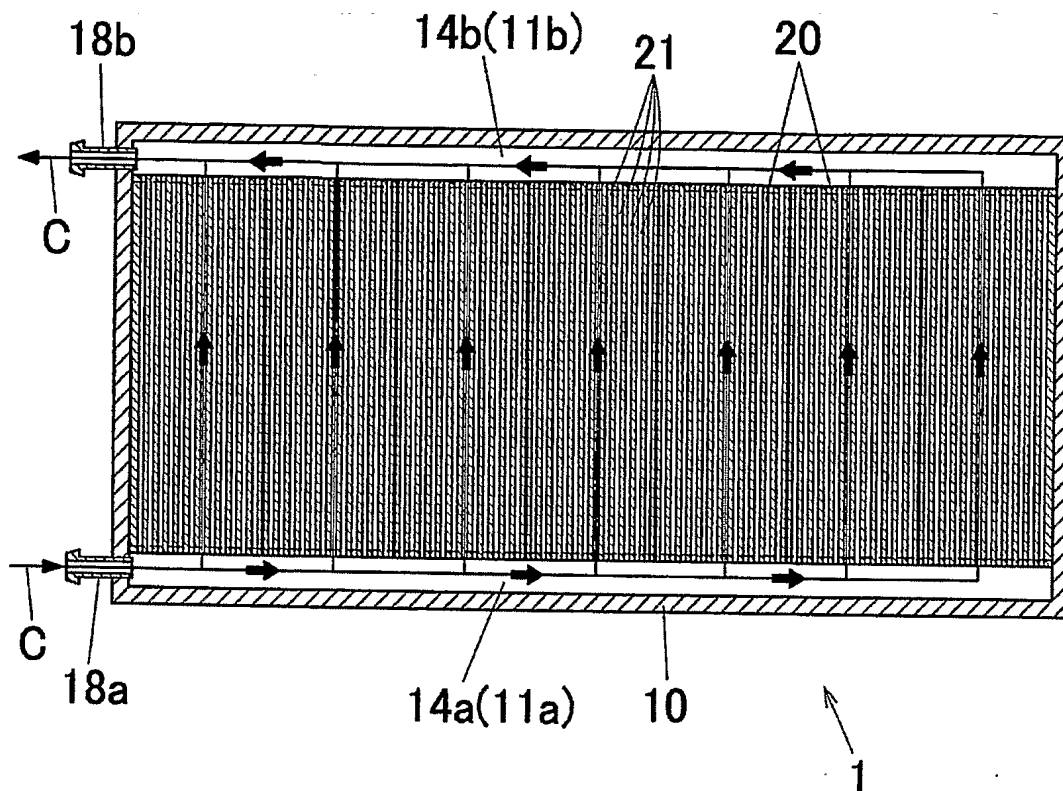


【図 3】

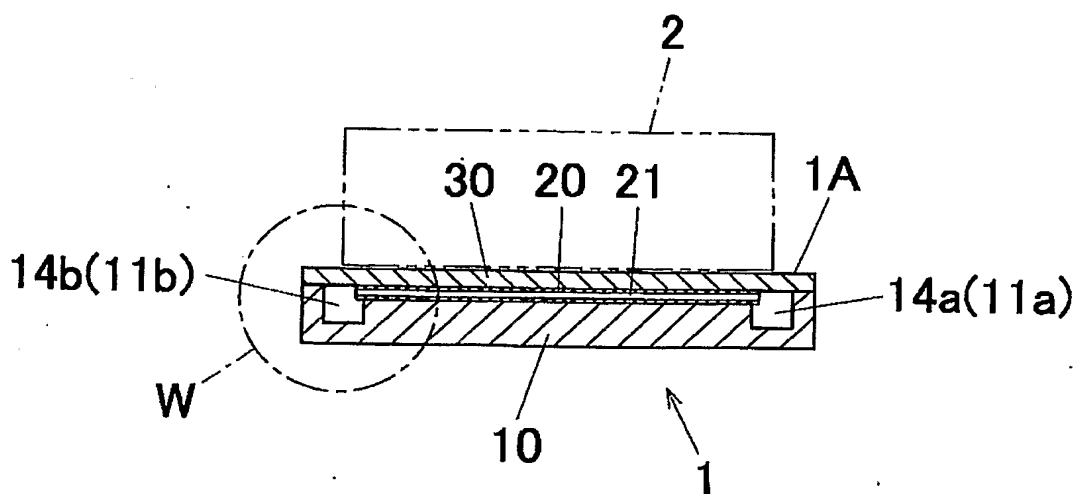


2004-048451

【図 4】

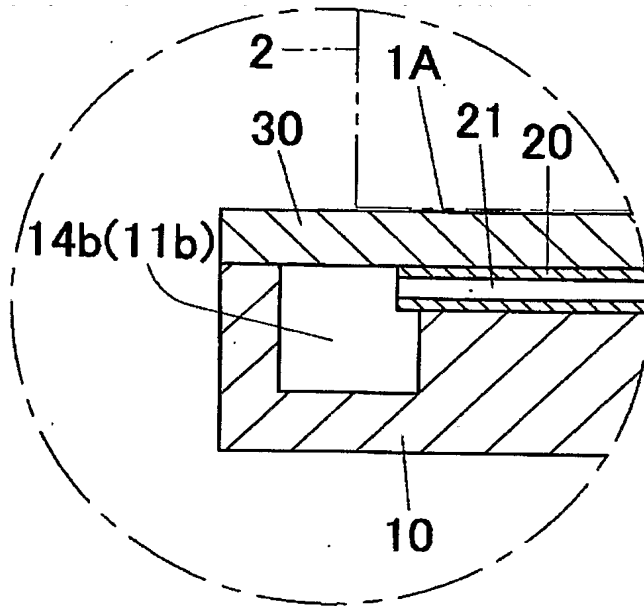


【図 5】



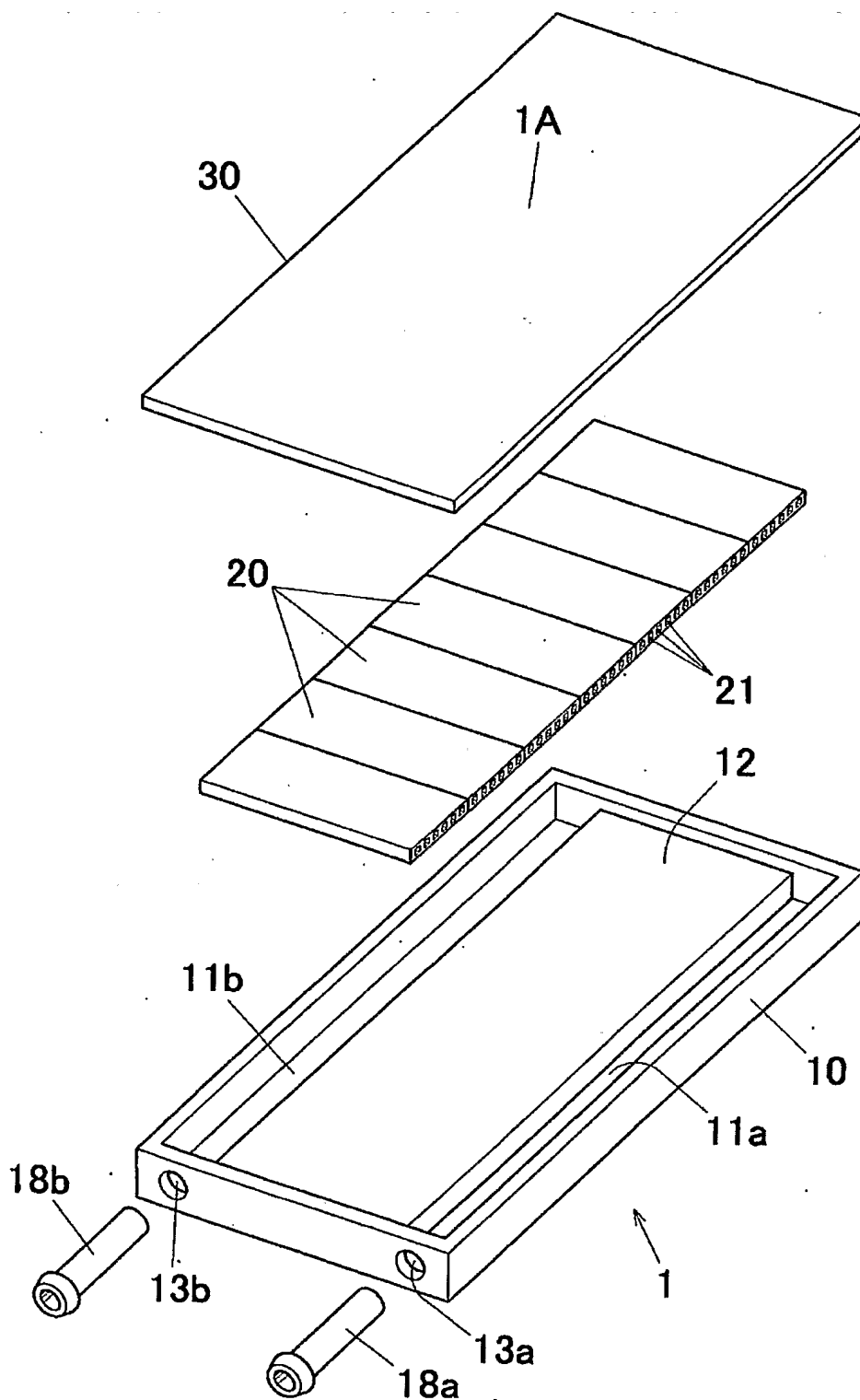
2004-048451

【図 6】



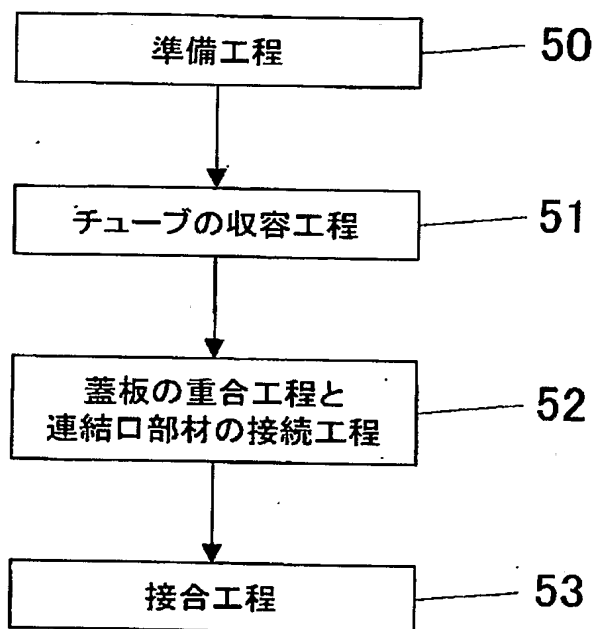
2004-048451

【図 7】

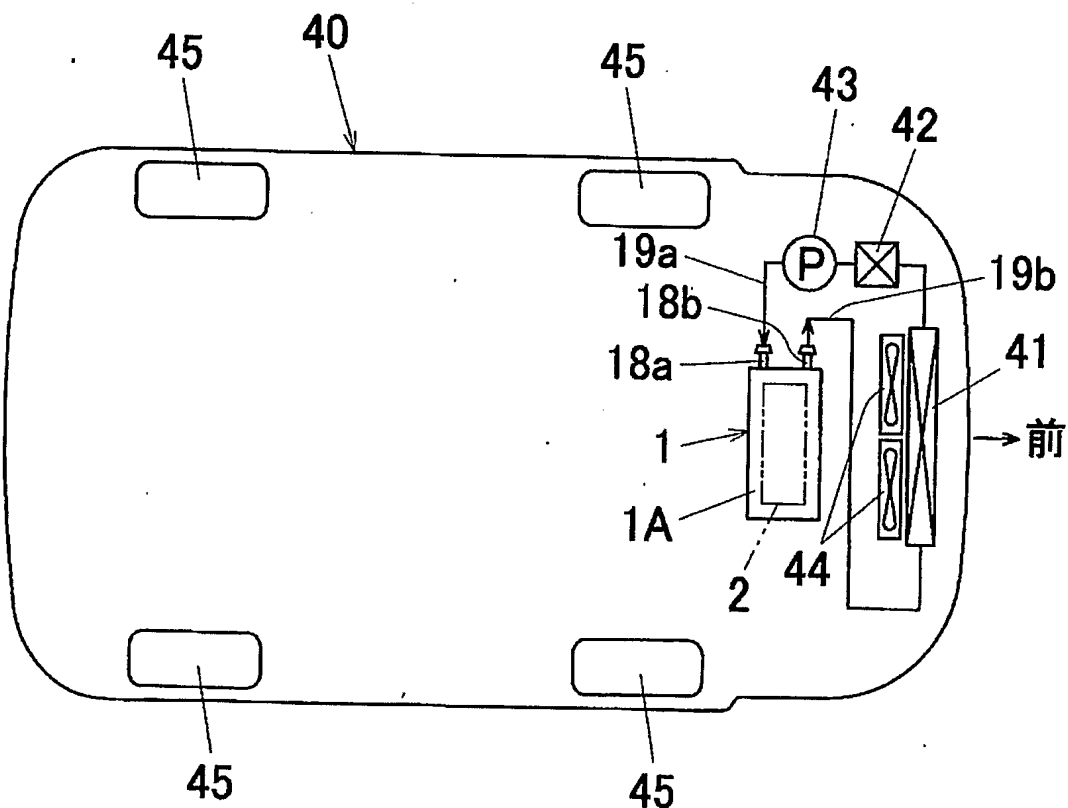


2004-048451

【図8】

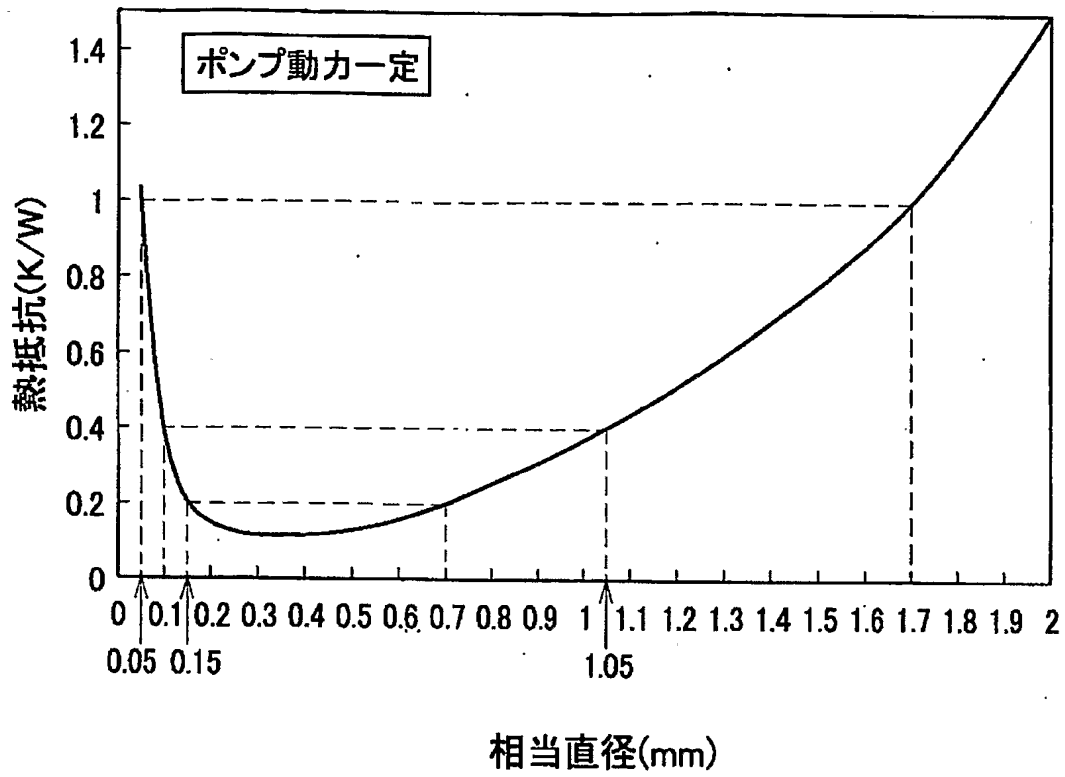


【図9】



2004-048451

【図10】



【図11】

